

METHOD OF FORMING APERTURE WITH INCLINATION IN COMPOSITE INSULATING LAYER

Patent number: JP63104338
Publication date: 1988-05-09
Inventor: BAANARUDO ADA
Applicant: IBM
Classification:
 - International: H01L21/302; H01L21/88
 - european: H01L21/311B2B; H01L21/768B2B
Application number: JP19870179271 19870720
Priority number(s): EP19860430035 19861008

Also published as:



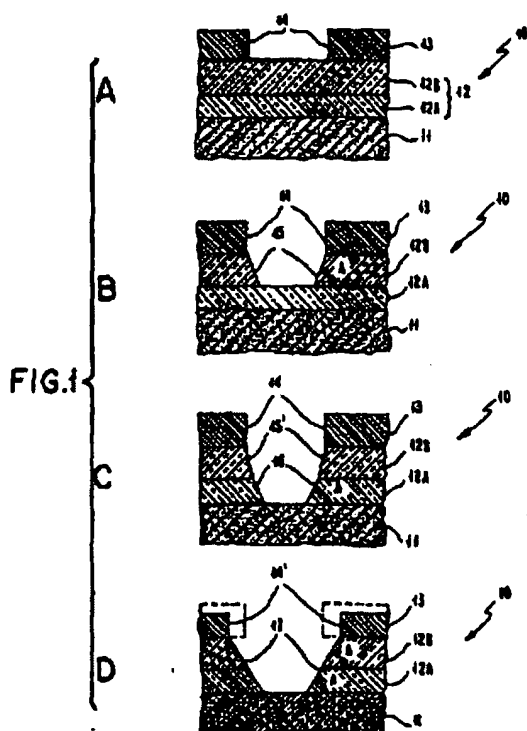
EP0263220 (A)
 US4814041 (A)
 EP0263220 (B)

Report a data error he

Abstract not available for JP63104338

Abstract of correspondent: **EP0263220**

In a dry etching equipment, a variable gas mixture composition provides etch and ash simultaneously. For example, when a SiO₂/PSG composite insulating layer (12A/12B) with a respective thickness of about 300 and 600 nm masked by a patterned photoresist layer (13) is to be etched, a CHF₃/O₂ gas mixture may be used with the following steps: 1. Dry etching the composite insulating later in an RIE equipment by a plasma action in a gas mixture containing a fluorine compound and an oxidizer with a percentage of the oxidizer of about 15% to form a tapered hole having the desired slope (A) in the top PSG insulating layer. 2. Dry etching the composite layer in said gas mixture with a percentage of the oxidizer in the gas mixture of about 3%, to transfer said desired slope from the PSG insulating layer (12B) to the bottom SiO₂ insulating layer (12A); during this step the slope of the tapered hole in the PSG insulating layer (12B) has been modified. 3. Dry etching the composite layer in said gas mixture with a percentage of the oxidizer in the gas mixture of about 90% to adjust the slope in said top insulating layer to said desired slope. Therefore the method is comprised of a reduced number of operations (3). In addition, because the process is only based on different CHF₃/O₂ flow ratios, no pumping is necessary, and therefore the process results in higher throughputs. The slope of the resulting via-hole (17) is in the desired 55-65 deg. range.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-104338

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)5月9日

H 01 L 21/302
21/88

M-8223-5F
F-6708-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 複合絶縁層に傾斜のついた開口を形成する方法

⑯ 特 願 昭62-179271

⑰ 出 願 昭62(1987)7月20日

優先権主張 ⑱ 1986年10月8日 ⑲ 欧州特許機構(E P) ⑳ 86430035.5

㉑ 発 明 者 バーナード・アダ フランス国モンテレイ91310、リナス、デ・ガルヴァージュ、38番地

㉒ 出 願 人 インターナショナル・アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク(番地なし)
ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

㉓ 代 理 人 弁理士 頓宮 孝一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 複合絶縁層に傾斜のついた開口を形成する方法

2. 特許請求の範囲

フォトリジストによってマスクされた、エッチング速度の異なる材料からなる、基板の上の第1の絶縁層と該第1の絶縁層の上の第2の絶縁層によって構成された複合絶縁層に、所望の傾斜角度を持つ開口を形成するための方法であって、

(a) フッ素化合物と酸化剤からなる混合ガスの混合比を、上記第2の絶縁層において上記所望の傾斜角度を持つ開口が形成されるような第1の比に設定して、該混合ガスを用いた反応性イオン・エッチングを上記複合絶縁層に施し、

(b) 上記混合ガスの混合比を、上記第1の絶縁層において上記所望の傾斜角度を持つ開口が形成されるような第2の比に設定して、該混合ガスを用いた反応性イオン・エッチングを上記複合絶縁層に施し、

(c) 上記混合ガスの混合比を、上記(b)のステップにおいて改変された上記第2の絶縁層の開口の傾斜角度を上記所望の傾斜角度に修正するとともに上記第1の絶縁層に形成された開口の傾斜角度には実質的に影響を与えることのない第3の比に設定して、該混合ガスを用いた反応性イオン・エッチングを上記複合絶縁層に施す

ことを特徴とする複合絶縁層に傾斜のついた開口を形成する方法。

3. 発明の詳細な説明

A. 産業上の利用分野

本発明はドライ・エッチング技術に関し、さらに詳しくは、例えばリンケイ酸ガラス(PSG)と二酸化シリコン(SiO₂)のように少なくとも2つのエッチング速度の異なる誘電体材料からなる複合絶縁層において、所望の制御された、スロープを持つテーパのついたヴァイア・ホールを形成する方法に関する。

B. 従来技術およびその問題点

半導体ウェーハ加工時に設けられた絶縁層に、フォトリソグラフィおよびエッチング工程を経てヴァイア・ホールを形成することは、VLSIシリコン・チップの製造過程の中で、重要かつクリティカルなことである。例えば、絶縁層にエッチングを施してヴァイア・ホールを設け、続いてその上に金属層を付着して該ヴァイア・ホールを充填し、下にあるポリシリコン・ランドあるいは単結晶シリコン基板のような導電層との電気的な接触を形成する。

微動/受動デバイスの集積化および超小型化が進む中で、望めて小さなヴァイア・ホールを作る方法が求められている。既知のウェット・エッチング加工はこの点で問題がある。なぜなら、毛細管現象が起きるため、液状のエッチング剤がヴァイア・ホールの底に届かないからである。したがって、今日、 1μ 以下の直径の極めて小さなヴァイア・ホールを作る技術としては、プラズマ・エッチングおよび反応性イオン・エッチングのよう

なドライ・エッチング加工の方に可能性があるように思われる。

残念なことに、ドライ・エッチング加工を使う場合、エッチング方向は実質的に異方性、つまり垂直方向だけであり、したがって形成されるヴァイア・ホールに側壁は実質的に垂直である。その結果、メタライゼーションの際に、ステップの被覆に関する問題が発生する。すなわち、ヴァイア・ホールの側壁とステップとにおいて金属層が他の場所よりもかなり薄くなるのである。このように金属の厚さが不規則になると、クラック発生の危険性が高まったり、ランドの抵抗に変化が生じたりする。その結果、その後にできる金属製ランドに開口が生じ、チップに組み込まれた機能回路が全く故障してしまう結果を招くことがある。

したがって、そのようなクラックの発生を防ぐために、これら接点開口のスロープにテーパーをつけなければならない。すなわち、金属の被覆が良好に行われるように、できるだけスムーズ(約 60°)でなければならない。

このようなステップ被覆の問題を最小限に抑える、あるいは好ましくは取り除くために、単一の誘電体材料からなる絶縁層に設けるヴァイア・ホールのプロファイルにスロープをつけるためのドライ・エッチング法の開発が行われている。1つの方法として、スロープのついたプロファイルを持つ通常の写真レジスト・マスクを用いることが提案されている。

すなわち、絶縁層上に設けたパターン状の写真レジスト・マスクにテーパーのついたヴァイア・ホールを形成する方法が提案されている。該方法によれば、構造体が加熱されてレジストが軟化し、表面張力のためにテーパーのついた壁が現像される。

下にある絶縁層がエッチされる際にマスクもある程度プラズマ・ガスによる異方性の侵食を受けるので、絶縁層には結果としてマスク・プロファイルが多かれ少なかれ複製されることになる。

しかし、この方法は、エッチ速度比を厚さの比に確実に等しくしなければならないという困難があるとともに、(レジストの現像の後の)ペーキ

ング工程の際にフォトレジスト・マスクによって装われる形に共形となるようにプロファイルが制限されるという点で、問題がある。

そこで、ある種の写真レジスト組成の腐食(erosion)に対する感受性を利用する別の方法が考えられている。上記腐食が実質的に等方性であり、エッチング・プロセスの際にフォトレジストの等方性腐食を制御することによって、異方性エッチングと同じ結果が得られることが発見されている。

このプロセスは、非標準的なフォトレジスト組成を用いなければならない点に問題がある。

さらに、リソグラフィ条件、露光パラメータ、表面トポグラフィ、およびホールの大きさといった様々な変数がホール・プロファイルやディメンションに重大な影響を及ぼすので、上記方法では精度を制御できず、かつ結果に再現性をもたせることも難しい。

さらに、シリコン・チップ加工、特にMOSFETの製造においては、シリコン基板またはポリ

シリコン・ランドの上の、少なくとも2つの互いにエッチング速度の異なる誘電体材料からなる厚い複合絶縁層に、極めて小さな接点用開口をエッチすることがしばしば行われる。上記複合絶縁層の例としては、二酸化シリコン(SiO_2)層とその上に積たわるリンケイ酸ガラス(PSG)層からなるものがある。このような複合絶縁層を使う場合、2つの材料のエッチング速度が違うので、上記精度のコントロールの問題はより深刻になる。ウェット・エッチャントを使ってヴァイア・ホールをエッチングする場合、PSGの方が熱成長 SiO_2 よりも速くエッチングされるので、高密度回路としては開口が大きくなりすぎてしまう。

まだ全面的にドライ・エッチング技術に従っているものの、複合絶縁層に傾斜したプロフィールを持つヴァイア・ホールを設ける最初の試みが、本出願人によってなされている。その試みは(CHF_3 を用いる)エッチング・ステップと(O_2 を用いる)アッシング・ステップを連続させることを主眼としている。

第1表

No 1	エッチング 3.6分	アッシング 0.4分
No 2	エッチング 3.1分	アッシング 0.6分
No 3	エッチング 2.2分	アッシング 1.1分
No 4	エッチング 0.5分	アッシング 2.2分
No 5	エッチング 0.8分	アッシング 3.3分
No 6	エッチング 0.7分	アッシング 1.0分
No 7	クリーニング 1.0分	

この「マルチ・ステップ」プロセスは、エッチング・ステップを6回繰り返し、かつその度に続けてアッシングを行うため、長時間を要する。しかも、2つの連続したステップの間では、前のステップのガス系(例えば CHF_3)を排気してその次のステップのガス系(例えば O_2)を充填するために、長時間のポンピング・シーケンスが必要になる。

エッチングとアッシングに要する合計時間は20.3分であるが、ポンピング時間も含めた総合計時間は約42.0分である。総合計時間がこれ

上記方法の基本原理は、IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 27, No 6, 1984年11月, p. 3259~3260に掲載した“Multi-step contour etching process”、および同vol. 28, No 7, 1985年12月, p. 3136~3137に掲載した“Multi-step etching of dissimilar materials achieving selectivity and slope control”において開示されている。

一例として、典型的なCFET製品の製造ラインにおいて、フォトレジストによってマスクされたPSG/ SiO_2 複合絶縁層にエッチングを施して接点用ヴァイア・ホールを形成し、下にあるポリシリコン層の一部を露出させる実験を行った。このプロセスは、下記第1表のようなステップからなっていた。

だけ長いと、高スループットが望まれる製造ラインでは深刻な問題となる。

また、「マルチステップ」プロセスは、完全に異方性であることにも特徴がある。 CHF_3 は複合酸化物層を垂直にエッチするが、フォトレジスト・マスクはアタックしない。一方、 O_2 は複合酸化物層をアタックしないが、フォトレジスト・マスクをアタックする。フォトレジスト・マスクは、その開口にテーパーがつけられているときに、 O_2 によってアタックされる。これは、レジスト材をリフローさせるためにフォトレジスト・マスクを硬化させる必要のあることを意味する。リフローの結果、垂直な側壁はテーパーのついた側壁に修正される。残念ながら、硬化済のフォトレジスト・マスクを使用する必要のあることは、望ましくない制約である。アッシングはマスク腐食のためだけに使われている。酸化物の異方性エッチングに関して言えば、レジストと酸化物の間のエッチ速度比は選択的である。上記プロセスは、その垂直方向のエッチング成分によって特徴づけられ

る。

したがって、フォトレジストでマスクされた、 PSG/SiO_2 層のような複合絶縁層に、傾斜したプロフィールを持つテーパーのついたヴァイア・ホールを形成するためのドライ・エッチング法が依然として求められている。

本発明の主要な目的は、複合絶縁層に傾斜したプロフィールを持つテーパーのついたヴァイア・ホールを形成する際に要する総時間が、従来の「マルチステップ」のような方法に比べて少なくなるようにすることである。

本発明の他の目的は、現像後のフォトレジストも硬化後のフォトレジストも使えるようにすることである。

本発明のさらに他の目的は、複合絶縁層をマスクするのに用いるフォトレジスト材の組成や性質に関係なく、傾斜したヴァイア・ホールを形成できるようにすることにある。

本発明のさらに他の目的は、ヴァイア・ホールのエッチングの際に、スロープの制御を極めて良

ンテージは、上記所望のスロープが頂部絶縁層から底部絶縁層へ移るような第2のパーセンテージとする。このステップで、頂部絶縁層のテーパー付ホールのスロープは改変される。

3. 上記の混合ガス中で、複合絶縁層のドライ・エッチングを行う。混合ガス中の酸化剤のパーセンテージは、上記頂部絶縁層のスロープを上記所望のスロープに調整できるような第3のパーセンテージとする。

「マルチ・スロープ」プロセスと呼べるこの方法は、酸化物のエッチングと同時にフォトレジスト・マスクの形の修正を施すことを目的としている。すなわち、エッチングとアッシングを1つのステップに結合することを目的としている。

基板に至るまでに2つの異なる層があるので、2以上のステップが必要になる。換言すれば、フッ素化合物と酸化剤の比の变化と並行して、エッチングの異方度が修正される。

後で詳述する好適な実施例では、上記「マルチステップ・プロセス」の場合と同じ条件、つまり

好に行なうことにある。

C. 問題点を解決するための手段

本発明の教示する所によれば、基板の上にある、フォトレジストによってマスクされた複合絶縁層に、テーパーのついたヴァイア・ホールを設ける方法が提案される。前記複合絶縁層は、互いにエッチ速度の異なる頂部絶縁層と底部絶縁層から構成される。

本発明法は、フッ素化合物および酸化剤を含む混合ガスのプラズマ作用を用いるドライ・エッチング技術に関係し、以下の3つのステップを含む。

1. RIE（反応性イオン・エッチング）装置において、フッ素化合物と酸化剤の混合ガス中でプラズマ作用によって、フォトレジストでマスクした複合絶縁層にドライ・エッチングを行う。混合ガス中の酸化剤のパーセンテージは、頂部絶縁層に所望のスロープを持つテーパー付きのホールが形成されるような第1のパーセンテージとする。

2. 上記の混合ガス中で、複合絶縁層のドライ・エッチングを行う。混合ガス中の酸化剤のパーセ

ントレジットでマスクした PSG/SiO_2 複合絶縁層に接点用ヴァイア・ホールをエッチングし、ポリシリコン・ランドを露出させる目的で、 CHF_3/O_2 混合物を用いた本発明の「マルチスロープ」プロセスについて説明する。該実施例では、「マルチスロープ」プロセスを下記第2表に示すようなステップで構成した。

第2表

№1	エッチング/アッシング	6.0分
	(混合ガス中の O_2 は15%)	
№2	エッチング/アッシング	5.0分
	(混合ガス中の O_2 は3%)	
№3	エッチング/アッシング	7.0分
	(混合ガス中の O_2 は90%)	
№4	クリーニング	1.0分

CHF_3/O_2 混合ガス中の O_2 の好ましい割合は、第1ステップでは10~20%、第2ステップでは1~8%、第3ステップでは80~100%の範囲である。

したがって、「マルチスロープ」法の基本コンセプトによれば、ステップ間の主要な相違点は、単にフッ素化合物と酸化剤の流量比の相違、つまり混合ガス中の酸化剤のパーセンテージの相違にある。他のすべてのパラメータの重要性はそれに比べると低い。結果として、ステップ間でポンプ・ダウンする必要がなく、したがってRFパワーを継続することができる。

さらに、「マルチステップ」プロセスと比べると、エッチングとアッシングの合計時間は19分に短縮され、ポンピング時間も含めた総時間は25分に短縮される。

絶縁層をドライ・エッチングする上記方法と対照的に、「マルチスロープ」プロセスは、側壁にテーパのついたヴァイア・ホールを形成するために、特殊なフォトレジスト組成も必要ないし、フォトレジスト材を硬化させる必要もない。

D. 実施例

本発明では、様々なプラズマ・ガスを適用できる。一般に、そのようなガスは、少なくとも1つ

のフッ素化合物、例えばトリフルオルメタン（フルオロホルム、 CHF_3 ）、テトラフルオルメタン、ヘキサフルオルエタンあるいは三フッ化窒素を含み、通常は該化合物がヘリウムまたはアルゴン等の不活性ガスと混合されている。このタイプのフッ素化合物は、プラズマ状態に変換されると、励起され電氣的に中性あるいはイオン化された核種を生成し、該核種がPSGあるいは SiO_2 のような誘電体材料と反応して揮発性の化合物を生成することによってかかる材料からなる層をエッチングし、所望のヴァイア・ホールを形成する。プラズマ・ガスを選択する別の目的は、フォトレジスト・マスクの腐食を制御することにある。この目的は、通常プラズマ・ガスに少なくとも1種類の酸化剤を含ませることによって達成される。この目的達成のための有効性、および経済性の点から、酸化剤としては酸素が好ましい。

実験に用いた装置はApplied Materials製のAME8100反応性イオン・エッチャである。異なるスロープを形成するために調整した主なパラ

メータは CHF_3/O_2 の比である。レジスト・マスクのエッチング速度と酸化物層のエッチング速度の比は、本発明法の3つのステップに沿って連続的に変化させた。単一の誘電体材料からなる絶縁層にテーパをつけたヴァイア・ホールを露出するためのエッチング・プロセスにおける O_2 比の影響は認められている。RIE装置で CHF_3 だけを使うと、垂直な壁を持ったホールが形成される。 O_2 を添加する目的は、ヴァイア・ホールの側壁にスロープをつけることにある。

第1A図には、例えば導電性のポリシリコン・ランドのような基板11を持ち、複合絶縁層12によってパッシベートされたシリコン・ウェーハ10の一部が示されている。絶縁層12は、下側の SiO_2 絶縁層12Aと上側のPSG層12Bからなる。例えば、下側の SiO_2 絶縁層12Aは、MOSFETトランジスタのゲート酸化物を構成してもよい、フィールド酸化物を構成してもよい。典型的な厚さはそれぞれ300nm、600nmである。厚いフォトレジスト層13（厚さ約1

200nm）がその上に塗布された後、通常の方法で露光と現像が行われ、その結果、フォトレジスト・マスクに開口14が形成されて、PSG層12Bの一部が露出される。露光と現像は通常の方法で行われるので、フォトレジスト・マスクの縁は例えば $80^\circ \sim 85^\circ$ の範囲の角度をなし、実質的に垂直である。しかしながら、開口の側壁にもテーパをつける上で、フォトレジスト層13を硬化させても差し支えない。フォトレジストとしてShipley社製のAZ1350Jのような既知のフォトレジストを何でも使えることに注意すべきである。フォトレジストに無関係であることは、本発明の重要な一側面である。

さらに、本発明法によれば、開口14にテーパをつけることに、パターンを形成したフォトレジスト層13の硬化または未硬化は関係しない。実際、硬化させたフォトレジストについては 60° の傾斜を、また未硬化のフォトレジストについては 65° の傾斜を形成することができた。

次に第1B図を参照する。 CHF_3 によるエッ

チング速度は、 SiO_2 の場合の方がPSGの場合よりも遅いことが重要である。

プラズマ・エッチングの第1ステップでは、ガス・フロー全体の15%を O_2 とすることによって、頂部側のPSG層12Bにプラズマ・エッチングを施してテーパのついたスロープを持つ開口15が形成される。このステップは、エッチ・ストップ層として用いられる底部側の SiO_2 層12Aに達すると終了する。テーパAの角度は約 65° である。

ステップ1のエッチ・パラメータは次の第1表の通りである。

第3表

O_2 フロー: 15 sccm
CHF_3 フロー: 85 sccm
圧力: 60 mTORR
電力: 1350ワット
時間: 6分

ここで、sccmとは、標準立方センチメートルノ

の通りである。

第4表

O_2 フロー: 3 sccm
CHF_3 フロー: 85 sccm
圧力: 70 mTORR
電力: 1350ワット
時間: 5分

CHF_3 は重合を進めるガスなので、これを使うとポリマーが付着する。 O_2 の役割はポリマーを灰化することである。PSGに比べて SiO_2 のエッチングは遅く進行することが知られている。 SiO_2 エッチングの際、未硬化のフォトレジストを使っている場合、PSG層12Bに設けられた(参照番号を15'に改めた)ホールのスロープは、 75° ないし 80° に増加するが、これは好ましいことではない。このようなテーパ角度はステップ3において修正される。このステップでは、テーパAの角度がPSG層から SiO_2 層に移り、下側の SiO_2 層12Aにホール16を形

分を意味する。

もちろん、キーとなるパラメータは CHF_3/O_2 の比であり、それは約6である必要がある。換言すれば、混合気体中の O_2 の割合は約15%である。これに比べて他のパラメータはすべて限定的でなく、ある程度変化させることができる。

標準的なプロセスによれば、圧力は通常50 mTORRより低く、例えば約10~30 mTORRの範囲であることに注意すべきである。したがって、本発明の「マルチ・スロープ」処理は、通常よりも高圧の下で行うことになる。

標準的な SiO_2 エッチ加工条件の下で行う第2のステップは、先につけたテーパAの角度を下側の SiO_2 層12Aにも移すのに使われる。このステップは、ポリシリコン・ランド11が露出される(この状態は示されていない)約100 ns手前で停止することが好ましい。第18図の構造体が、エッチング条件下のプラズマと接触させられる。

ステップ2のエッチ・パラメータは次の第2表

成する。 CHF_3/O_2 比は約2.8である。つまり、混合ガスにおける O_2 の割合は約3%である。

第1C図は、第2ステップの後で結果として得られる構造物と、開口のテーパのついた各スロープを示す。

フロー・ガス全体の約90%として O_2 フローを使う第3ステップでは、両方の酸化物層よりも速くレジストのエッチングが進行する。これは、 CHF_3/O_2 比が約1.1であることに相当する。

このステップでは、残っていた100 nsの SiO_2 が完全に除去されるとともに、上側のPSG層12Bが再びエッチされて所望のテーパのついたスロープが得られる。一方、下側の SiO_2 層のエッチングの進行は遅いので、約 60° のスロープがそのまま保持される。

したがって、この第3ステップの目的は、レジスト・マスクをす速くエッチングし、正しい SiO_2 層12Aのホールのスロープに影響を与えることなく、PSG層12Bのホールの側壁を大幅に修正して適切な 60° のスロープを形成す

ることにある。フォトレジスト・マスク13の腐食速度はプラズマ中の O_2 の割合によって直に変化する。で、 SiO_2 層中のヴァイア・ホールの特バ角度が制御可能になる。

ステップ3のエッチ・パラメータは次の第5表の通りである。

第5表

O_2 フロー: 80 sccm

CHF₃フロー: 7 sccm

圧力: 70 mTorr

電力: 1350ワット

時間: 7分

第1D図は、第3ステップの後で結果として得られる構造体を示す。複合PSG/ SiO_2 絶縁層に設けられたホール17の最終的な特バのついたスロープAは、約 60° (55° ないし 65° の範囲)になる。この時点で、フォトレジスト・マスク13は垂直方向と水平方向の両方に渡ってかなり腐食されている。参照番号14'は、上記

フォトレジスト・マスクにおける最終的な開口を示している。

上記のパラメータはすべてツールに応じて変えられる。

この方法によれば、フォトレジストが硬化済か否かに応じてスロープを 50° ないし 60° 、または 60° ないし 70° の範囲で形成することができる。このような角度の特バは、続いてエッジの上に金属フィルムを被覆するのに好ましい。

(エッジ破壊が起きない。)絶縁層の表面側と底側でエッチ速度が違ってもかかわらず、その両方について特バ角度がほぼ等しい最終構造体を得られることに注目すべきである。

最後のステップはCF₄を使ったクリーニング・ステップであり、これによって、接触抵抗が良好なものとなれ、かつ汚染物質が除去される。ステップ4のクリーン・パラメータは下記第4表に示す通りである。

第6表

CF₄フロー: 75 sccm

圧力: 50 mTorr

電力: 1350ワット

時間: 1分

ここで、ERとはエッチ速度のことであり、ERRとはエッチ速度比のことである。

したがって、本発明の広範な原理に従えば、(好適な実施例で説明したように)頂部絶縁層のエッチ速度が底部絶縁層のそれよりも速い場合、以下の提案に基づく三段階を経て所望のスロープが形成される。

第1ステップ

使われる材料に応じて、エッチングを施す頂部絶縁層のエッチ速度とマスクの腐食度を調整して所定のエッチ速度比を得なければならない。分圧は、水平方向(基板表面に平行な方向)成分に関してもエッチングが行われるように調整される。この第1エッチング・ステップは、底部絶縁層に到達すると終了する。

第2ステップ

頂部層のスロープを下側の底部層に移すために、マスクに関して高い選択性をもって垂直方向(縦方向)のエッチングを行う必要がある。この2番目のエッチングは、アクティブな基板材料の手前

上記の結果をまとめると下記第7表のようになる。

第7表

マスク	頂部層	底部層
第1 中間 ステ (medium) ップ ER	中間ER 中間ERRマ スク/頂部層	通常ER 中間ERRマ スク/底部層
第2 低(low) ステ ER ップ	通常(normal) ER 高ERR頂部 層/マスク	通常ER 高ERR底部 層/マスク
第3 高(high) ステ ER ップ	通常ER 低ERRマ スク/頂部層	低ER 高ERRマ スク/底部層

数千オングストロームの所で停止される。

第3ステップ

最後のエッチング・ステップの目的は、先にテーパーをつけた頂部層中のスロープを再構築することにある。この目的は、絶縁層よりも速くマスクをエッチングすることによって達成される。エッチングが終了するまでに残りの数千オングストロームを取り除いても差し支えない。

上記方法は既に2つの絶縁層からなる複合絶縁層を参照して説明した。すなわち、頂部PSG層が底部SiO₂層の上にあり、そして、PSG材料のエッチング速度がSiO₂材料のそれよりも高い場合についてである。本方法は、スロープや材料等の異なるその他の状況にも当てはめることが可能である。

両方の絶縁層についてエッチ速度が同じ場合は、同じCHF₃/O₂比を採用するとともに、所望のスロープの数値に応じて下記のエッチ速度比を採用することによって、所望のスロープ・プロフィールが得られる。

a) スロープ<45°

マスクのエッチ速度>絶縁層のエッチ速度

b) スロープ=45°

マスクのエッチ速度=絶縁層のエッチ速度

c) スロープ>45°

マスクのエッチ速度<絶縁層のエッチ速度

頂部絶縁層のエッチ速度が底部絶縁層のそれよりも低い場合でも、以下の提案に基づく三段階を経て所望のスロープ・プロフィールが得られる。

第1ステップ

頂部絶縁層に所望のスロープを形成するため、CHF₃/O₂比はやはり調整しなければならない。

第2ステップ

このステップ(スロープの転写)では変更の必要がない。

第3ステップ

時間だけでは調整する必要がある。マスクと絶縁層のエッチ速度比を制御すべく、CHF₃/O₂比を調整する必要がある。

ともかく、頂部と底部の絶縁層のエッチ速度が

それぞれどうであれ、三段階の加工がやはり適切である。

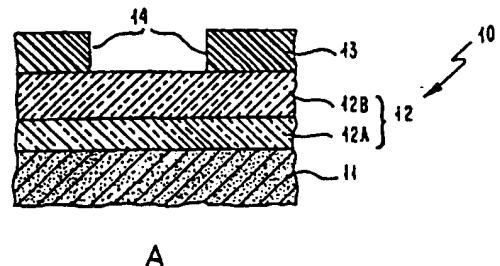
E. 効果

本発明によれば、フォトレジストでマスクされ、エッチング速度の異なる材料からなる2つの絶縁層によって基板上に構成された複合絶縁層に、所望の傾斜角度を持つ開口を短時間でしかも良好な精度で形成できる。

しかも、本発明の方法は、フォトレジスト材の組成や性質、硬化済か否かに関係なく適用できるという利点を有する。

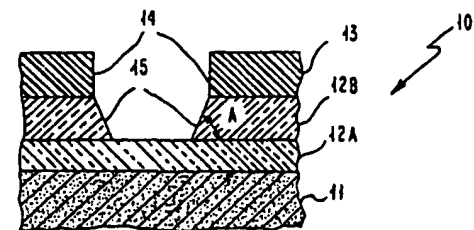
4. 図面の簡単な説明

第1A図から第1D図は、フォトレジストでマスクされたPSG/SiO₂複合絶縁層に接点用ヴァイア・ホールを形成することに関して、本発明による「マルチ・スロープ」加工の効果を示す概略的な断面図である。

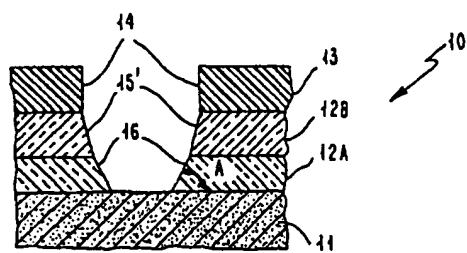


A

第1図

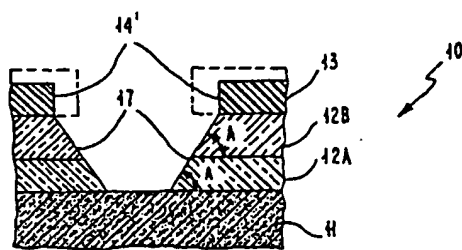


B



C

第1図



D

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.